

ELEKTRİK MOTOR TAHRİKLİ ABKANT PRES GELİŞTİRİLMESİ

Melike Yaylacı
Baykal Makine A.Ş. , Bursa

ABSTRACT

In the world where energy demand is increasing day by day, it is inevitable for companies and consumers to turn to energy-saving products while energy saving becomes more meaningful. This situation led companies to channel their R&D work into this direction. While expanding its product range, Baykal Machine, which also includes energy saving, has gone to newborn prestine which is one of the most demanding machines and has added energy saving Electric Press to R & D work. Energy-saving and quiet operation, this machine is capable of applying 400 kN of power thanks to the double motor. The motors are directly connected to the to the screwed-on milling machine. The machine was designed with a capacity of 1250 mm x 500 mm x 4 mm sheet bending capacity. The machine is desinged with Solidworks, was analyzed thanks to Ansys program. Strain gage tests were made on the prototype.

Özet

Enerji gereksiniminin her geçen gün arttığı dünyada, enerji tasarrufu çok daha anlam kazanırken firmaların ve tüketicilerin enerji tasarruflu ürünlere yönelmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu durum firmaların Ar-Ge çalışmalarının bu yöne kanalizetmesine sebep olmuştur. Enerji tasarrufunun yanında çevre koruma da günümüzün önemli konuları arasında yer almaktadır. Elektrikli abkant pres hidrolik ürünlerin meydana getirdiği çevre kirliliğinden uzaktır. Ürün yelpazesini genişletirken, enerji tasarrufuna da yer veren Baykal Makine, en fazla talep gören makinelerinden olan abkant preste yeniliğe gitmiş ve enerji tasarruflu Elektrikli Abkant Pres'i Ar-Ge çalışmalarına katmıştır. Enerji tasarruflu ve sessiz çalışma özelliğine sahip bu makine çift motor ve vidalı mil sayesinde 400 kN kuvvet uygulayabilmektedir. Motorlar tork motoru olup direkt tahrik özelliğine sahip olduğundan, makineye hareket kazandıran vidalı millere doğrudan bağlantılıdır. Makine 1250 mm x 500 mm x 4 mm ebatlarında sac bükebilecek kapasitede tasarlanmıştır. Makine firma bünyesinde Solidworks programıyla tasarlanmış olup analizleri yine firma bünyesinde Ansys Structural ile yapılmıştır. Makine üzerinde statik ve modal analizler yapılmış olup, analiz doğrulama için prototip üzerinde strain gage ile gerilme ölçüm testlerine tabi tutulmuştur.

Anahtar kelimeler: tork motoru, elektrikli abkant pres, ansys structural, strain gage, enerji tasarrufu

1.Giriş

Hidrolik abkant pres, sac metali bükerek istenen forma getiren tezgahlardır. Abkant büküm tezgahları ile sac metal, iki kalıp arasında basılarak şekil alır. Altta bulunan büyük kalıp dişi kalıptır, üstteki ise erkek kalıptır. Abkant presler, sac metale hidrolik silindirler vasıtasıyla kuvvet uygular. Malzeme türü, malzeme kalınlığı, istenilen büküm açısı, uygulanacak kuvvet gibi bilgiler CNC kontrol panelinden cihaza girilir. Seri üretim için elverişlidir. Birden fazla bükümü art arda yapmamıza olanak sağlar. Hidrolik abkant presin çalışması; Pedala basıldığında, üst çene yukarıya iken kendi ağırlığının etkisiyle aşağıya iner. Bu esnada yağ deposundan dolum valfleri üzerinden silindirin içerisine yağ dolar. Yavaşlama noktasına gelindiğinde Elektrik motor tahrikli hidrolik pompa debi oransal valfler üzerinden silindirlere yağ basar ve ortaya çıkan kuvvetle büküm işlemi gerçekleşir. Üst çene kalıpların arasındaki mesafe 10-15 mm kalıncaya kadar yaklaşma hızıyla (130-180 mm/s), kalıba yaklaştıktan sonra emniyetli büküm hızıyla (10 mm/s) hareket eder. Büküm işlemi gerçekleştikten sonra alt ölü noktada dekompresyon işleminden sonra üst çene yukarıya üst ölü noktaya kadar gelip durur. Bükme işlemi sırasında parçanın alt ölü noktasında bir miktar bekleme süresi geçmesi gerekir. Bu esnada yüksek basınç altındaki yüksek debideki yağ tanka geri döner. Dönen yağ hidrolik kayıptır ve enerjinin tamamı ısıya dönüşür. Yüksek basınç üretilmesine olanak sağlayan hidrolik tahrikli sistemlerde, enerji sarfıyatı, gürültü, çalışma hızı, çevre kirliliği gibi kriterlerdeki yetersizlikler nedeniyle yeni arayışlara gidilerek elektrik tahrikli sistemler kullanılmaya başlanmıştır.

Elektrikli abkant preslerde kuvvet hidrolik basınçtan değil, elektrik tahrikli motor ve akupule vidalı mil sistemiyle elde edilmektedir. Elektrikli sistem, hidrolik sistemle karşılaştırıldığında pompanın boşa çalışmasından oluşan elektrik kayıpların, basınç altında tanka dönen yağda oluşan hidrolik kayıpların, hidrolik bakım masraflarının ve çevre kirliliğinin önüne geçmektedir. Elektrik motor kullanılması oldukça sessiz çalışmayı (70 dB değerinin altı) da beraberinde getirir.

2. Tasarım

Firma bünyesinde ve Türkiye’de ilk kez yapılacağından eldeki verilerle birlikte ciddi bir tasarım sürecine gidilmiştir. Öncelikle tasarım girdileri planlanmış olup süreç başlatılmıştır. Makine olarak, "Elektrik Motor Tahrikli Abkant Pres Geliştirilmesi" adlı TÜBİTAK TEYDEB 1501 projesi ile küçük parçaların yüksek hassasiyette üretilmesini sağlayan, 1250 mm x 500 mm alanında ve 4 mm kalınlığında saçları bükabilen 40 ton bası kapasiteli elektrik motor tahrikli abkant pres geliştirilmesi hedeflenmiştir. İki eksenli olarak tasarlanan abkant pres, 400 kN yük kuvveti uygulama yanında gücün 12.6 kW olması tasarımda istenilen diğer özelliklerdendir. Presin sahip olduğu çene hareketindeki doğrusal en yüksek hızın 150 mm/s olması ve 0,40° büküm açısı tekrarlanabilirlik değeri olması makinenin tasarımsal özelliklerindendir. Baykal makine bünyesinde bulunan diğer abkant preslerden farklı olarak tahrik mekanizmasında vidalı mil bulunacaktır.

Tahrik mekanizmasında planet vidalı mil seçilmiş olup, tasarımın tümüne ulusal (PT2014-00910) ve uluslararası (PY2015-00199) patent başvurusu bulunmaktadır.

Planet vidalı mil geniş bağlantı yüzeyi sayesinde yüksek taşıma kapasitesi sunar. Neredeyse gürültüsüz çalışma imkanı tanır. Ayrıca etkin contalar sayesinde yağ tüketimini azaltarak çevre korunmasına katkı sağlar.

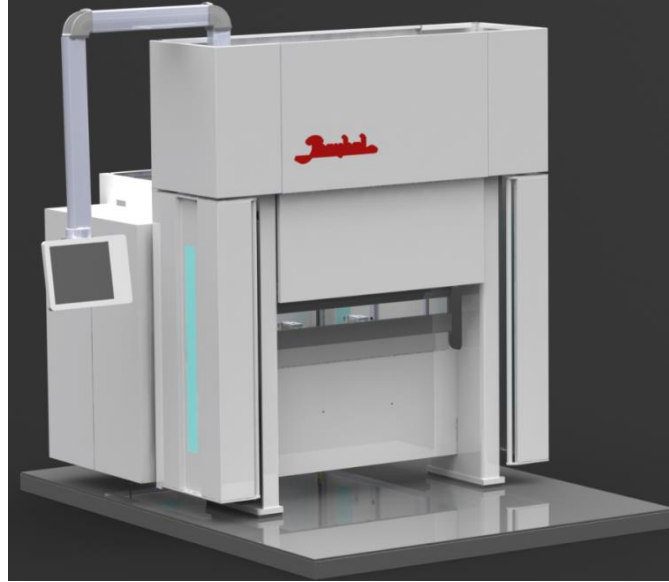


Foto-1. Makine render görüntüsü

Makine tasarımı tamamlandıktan sonra statik yüklere ve titreşimlere maruz bırakılarak Ansys Structural programında analiz edilmiştir. Analiz sonuçları yeterli görüldükten sonra prototip üretimine geçilmiştir. Aynı zamanda makine için hazırlanan kataloglarda, satış teknik özellikleri şöyledir;

Kapasite	400 kN
Motor gücü	12.6 kW
Yaklaşım hızı	150 mm/s
Çalışma hızı	10 mm/s
Kalkma hızı	150 mm/s
Takribi ağırlık	2750 kg
Büküm uzunluğu	1250 mm
Ayaklar arası	1320 mm
Ayak genişliği	524 mm
Alt çene yüksekliği	830 mm
Çene açıklığı	467 mm
Makine yüksekliği	2500 mm
Strok	150 mm
Tabla genişliği	76 mm

X-R eksenleri arka dayama	
X-eksen limit	750 mm
R-eksen limit	130 mm
X-eksen hızı	320 mm/s
R-eksen hızı	150 mm/s
X-eksen pozisyon hassasiyeti	± 0.03 mm
R-eksen pozisyon hassasiyeti	± 0.05 mm

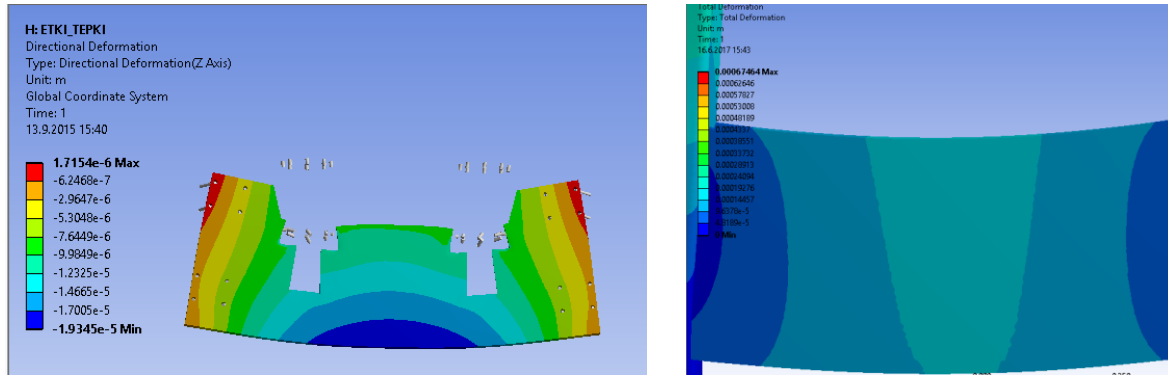
Tablo-1. Makine teknik özellikleri

3. Analiz

3.1. Statik Analiz

Yürütülen simülasyon çalışmalarından elde edilen bulguların güvenilirlik ve hassasiyetlerinin artırılmasında pek çok nümerik olgunun denetlenerek ve doğrulanarak uygulanma zorunluluğu bulunmaktadır. Bunlar arasında sayısal ağ (mesh) yoğunluğunun tespit edilmesi simülasyon sürecinin önemli karar adımlarından birisidir. Geçmiş dönemlerden elde edilen ve bu dönem yapılan deneyler ile birlikte elimizde bulunan bilgiler analiz girdileri olmuştur.

Tasarım süreci tamamlandığında analiz kısmına geçilmiştir. Statik yüklere maruz bırakılarak gerilmeler tespit edilmiştir. Ayrıca modal analiz yapılarak rezonans aralığı ölçülmüştür.



Analiz-1. Toplam deformasyon değerleri(üst ve alt çene)

Hazırlanan CAD model üstünde statik analiz çalışmaları yapılmıştır. İlk yapılan analizde 114528 elman sayısı ve 294169 node sayısı elde edilmiştir. Mesh, hex dominant metot ile atılmış olup, boyutlandırma (sizing) ile kalitesi artırılmıştır. Kuvvetler gerekli yerlerden gösterilerek analiz çalıştırılmıştır.

Analiz sonuçları toplam deformasyon ve gerilme değerlerini göstermektedir. Deformasyon en yüksek ray bağlantı kısmında meydana gelmiş olup binde 1 civarındadır. Kabul edilebilir değerler arasındadır. Fakat iyileştirme adına tasarımda değişikliğe gidilmiştir.

3.2. Modal Analiz

Modal analiz; bir yapının doğal frekansı, sönüm değerleri ve yapısal deformasyonuna bağlı bir değer olan mod biçimini içeren dinamik karakterini belirlemek için uygulanan yöntemdir. Modal analiz sayesinde incelenen modelin rezonans değerlerinde nasıl davrandığı, sönümleme miktarının ne kadar olduğunun anlaşılması tasarım açısından çok önemlidir. Analizler Ansys programıyla gerçekleştirilmiştir. Bu analizin sonuçlarına göre frekans 9,86 Hz çıkmıştır.

4. Test

Analizleri tamamlanıp üretime geçilen makinede ortaya çıkan prototip üzerinde veri toplama cihazı yardımıyla strain gage ile gerilme miktarı tespit edilmiştir. Proje önerisinde yapılması planlanan bu testler strain gage (şekil değişikliği) sensörleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Temel olarak strain gageler esneyebilen bir tabaka üzerine ince bir telin veya şeridin çok

kuvvetli bir yapıştırıcı ile yapıştırılmasından oluşmuştur. Üzerindeki basıncın etkisinden dolayı tabakanın esnemesi, iletken şeridin de gerilerek uzamasına sebep olmaktadır. Bu uzama esnasında telin boyu uzayarak kesiti azalacaktır. İletkenlerin kesiti azaldıkça dirençleri artacağından uygulanan kuvvete bağlı olarak iletkenin direncinde de değişim olacaktır. Bu direnç değişimine bağlı olarak uygulanan kuvvetin miktarını tespit edilebilir. Analizde gerilmenin yüksek olduğu bölgelere strain gage'lerin yapıştırılması planlandı. Yapıştırma işlemi büyük bir önem taşır. Yapıştırma malzemeleri, malzemede meydana gelen deformasyonların gage'e doğru olarak iletilmesi için uygun bağlantının sağlanmasına yararlar. Değişik koşullar ve dış etkiler, farklı türde yapıştırma malzemesi ve farklı türde uygulama metodu gerektirirler. Kullanılan yapıştırıcı soğuk işlemli seçilmiştir.



Foto-2. Yapıştırılan strain gage

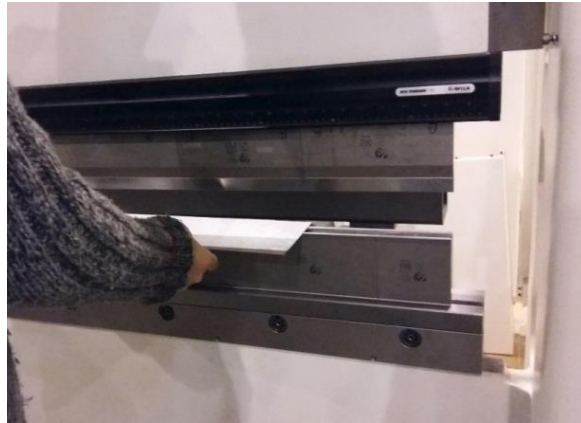
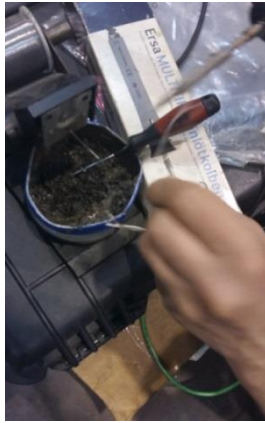


Foto-3. Test düzeneği

Test düzeneği kurulduktan sonra makine üzerinde 2mm ve 4 mm sac parçalar bükülmüştür. Ölçüm değerleri nCode yazılım programıyla değerlendirilmiştir.

5. Sonuç

Tasarım parametrelerine uygun katı datasına analizler uygulayıp üretimine karar verilen prototip üzerinde analizler referans alınarak testler uygulanmış olup, tasarım doğrulanmıştır. Tasarım parametrelerinde esas olan dayanıklılık ve esneklik testler aracılığıyla kanıtlanmış olmuştur.



Foto-4. Makinenin Euroblech fuarından görüntüsü

Analiz verilerine karşılık strain gage ile ölçülen gerilme değerleri hem prototip makine için bir sağlama olmuş olup, hem de gerilme ölçme bilgileri Baykal Makine için bir know-how olmuştur. Analiz verileri, test verileriyle karşılaştırıldığında ise gerilme değerleri yaklaşık 1.6 kat fazla çıktığı görülmüştür. Gerçekte makine üzerinde daha az gerilme olduğu görülmüş olup, bu sınırlar ise çeliğin akma geriliminin çok altındadır. Bu da makinenin yükleme altında deformasyon cinsinin elastik deformasyon eğrisi altında olduğunu göstermektedir.

Baykal Makinede Ar-Ge çalışmasıyla üretilen Türkiye’de ilk olan elektrikli abkant pres istenilen tasarım parametrelerine uygun yapılmıştır. Makine 400 kN bası kuvvetine sahip olup 1250 mm x 500 mm x 4 mm ebatındaki sac malzemeleri bükebilecek kapasitededir. Ayrıca makinenin otomasyon yazılımı da firma bünyesinde yazılmış olup, firmaya know-how kazandırmıştır. Üretimi tamamlanan makine üzerindeki testler de makinenin uygunluğunu kanıtlamış olup, Baykal Makine ürün yelpazesine bir yenisini daha eklemiştir.

Proje, Tübitak 1501 nolu destek kapsamında açılmıştır. Proje devlete sunulmuş olup Tübitak tarafından desteklenmesi kabul görmüştür. Proje süresi 18 ay olup başarıyla tamamlanmıştır.

Kaynakça

1. <https://www.google.com/patents/US3914975>
2. <http://www.baykal.com.tr/urunler/abkant-presler/e-bendcell/ustunlukler>
3. http://www.guven-kutay.ch/Asansor/Muhammet-Erdol_YL-Tezi.pdf